

2023 北京十一学校高一（上）期中

物 理

物理Ⅲ A 教与学诊断

一、不定项选择题（选出符合题意的一个或多个选项，每小题 3 分，漏选得 2 分，共 18 分）

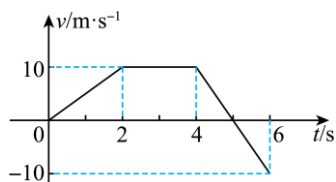
1. 关于牛顿运动定律，下列选项正确的是（ ）

- A. 牛顿运动定律都可以通过实验操作直接验证
- B. 由牛顿第一定律可知物体只有在不受力时才具有惯性
- C. 由牛顿第二定律可知质量一定时，物体加速度的大小与其所受合外力的大小成正比
- D. 由牛顿第三定律可知相互作用力就是一对平衡力

2. 关于物体运动加速度的方向，下列说法正确的是（ ）

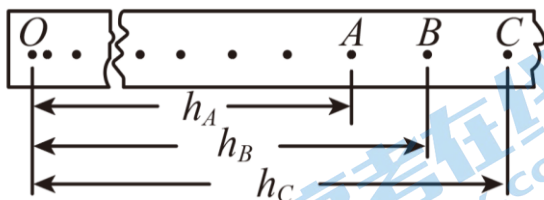
- A. 物体做速率逐渐增加的直线运动时，其加速度的方向一定与速度方向相同
- B. 物体做变速率曲线运动时，其加速度的方向一定改变
- C. 物体做变速率圆周运动时，其加速度的方向一定指向圆心
- D. 物体做匀速率曲线运动时，其加速度的方向总是与速度方向垂直

3. 物体 $t = 0$ 时开始做直线运动，其速度图线如图所示。下列选项正确的是（ ）



- A. 在 $0 \sim 6\text{s}$ 内，物体离出发点最远为 30m
- B. 在 $0 \sim 6\text{s}$ 内，物体经过的路程为 40m
- C. 在 $0 \sim 4\text{s}$ 内，物体的平均速率为 7.5m/s
- D. 在 $5 \sim 6\text{s}$ 内，物体的加速度为负方向

4. 在用打点计时器研究自由落体运动的实验中，一组同学得到了一条较为理想的纸带如图所示，在纸带上选取三个连续打出的点 A 、 B 、 C ，测得它们到起始点 O 的距离分别为 h_A 、 h_B 、 h_C 。已知打点计时器打点的周期为 T ，以下说法中正确的是（ ）



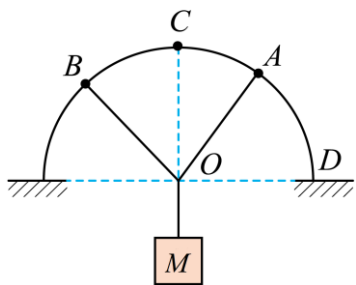
A. 利用公式 $v = \sqrt{2gh}$ 计算重物速度

B. 利用该纸带计算得到当地重力加速度大小为 $\frac{(h_C + h_A - 2h_B)}{T^2}$

C. 因存在空气阻力和摩擦力阻力的影响，使得当地重力加速度的测量结果偏小

D. 采用多次测量取平均值的方法可以减小实验的偶然误差

5. 如图所示，质最为 M 的物体用 OA 和 OB 两根等长的绳子悬挂在半圆形的支架上， B 点固定不动， A 点则由顶点 C 沿圆弧向 D 移动。在此过程中，两根绳子的张力将（ ）



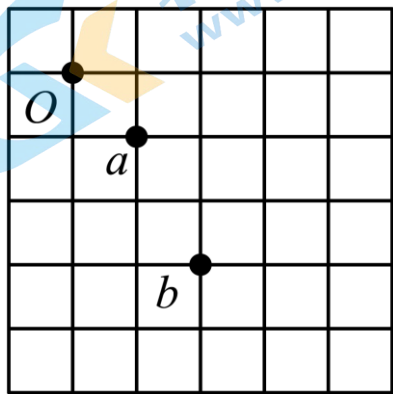
A. 绳 OB 拉力逐渐增大

B. 绳 OB 拉力逐渐减小

C. 绳 OA 拉力先减小后增大

D. 绳 OA 拉力先增大后减小

6. 某同学通过频闪照相的方法研究平抛物体的运动，用一张印有小方格的纸记录小球在平抛运动途中的几个位置。得到实验如图所示，图中背景方格坐标每一个边长为 $l = 10\text{cm}$ 。一物体做平抛运动时分别经过 O 、 a 、 b 三点，取重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$ ，则下列结论中正确的有（ ）



A. 速度的变化量 $\Delta v_{aO} = \Delta v_{ba}$

B. 小球的抛出速度 $v = 1\text{m/s}$

C. a 点的速度 $v_a = 2.5\text{m/s}$

D. 小球抛出点的坐标为 $(-5\text{cm}, -1.25\text{cm})$ (以 O 点为坐标原点，向下为 y 轴正方向，小球水平方向为 x 轴正方向)

二、解答题 (解答应写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤，只写出最后答案的不能得分，有数值计算的题，答案中必须明确写出数值和单位。)

7. 国庆期间外地进京车辆需在设置在直线公路上的检查点接受检查。一辆行驶速度为 $v_0 = 15\text{m/s}$ 的小轿车 A 沿进京方向进入检查点接受检查，如图甲所示。已知 A 轿车减速阶段的加速度大小为 $a_1 = 1.5\text{m/s}^2$ ，恰好停在车辆检查点。

(1) 求 A 轿车减速至停在检查点所用时间；

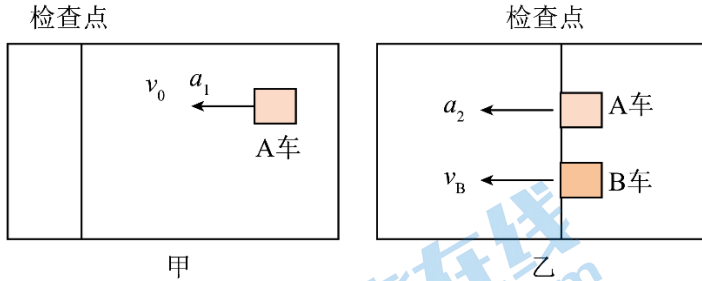
(2) 求 A 轿车开始减速时距检查点的距离。

(3) 检查完毕后，A 轿车重新启动出发，与此同时一辆无需接受检查的京牌车辆 B 从旁边车道路过，如图

乙所示。设 A 车启动时刻 $t = 0$ ，A 轿车启动阶段的加速度为 $a_2 = 2\text{m/s}^2$ ，启动位置为坐标原点。已知 B 车的位置 x_B 随时间变化规律 $x_B = \frac{1}{2}t^2 + 10t$ 。A 轿车启动后，求：

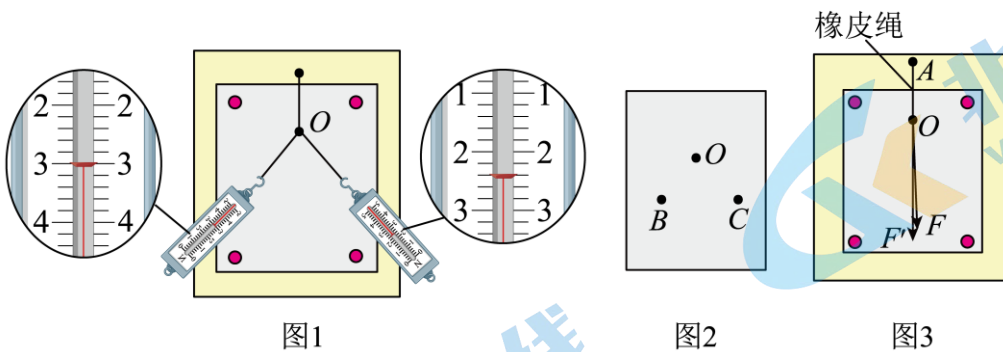
① A 轿车在追上 B 车之前经过多长时间和 B 车相距最远，最远距离为多少；

② A 轿车经过多长时间追上 B 车。



8. 在“验证力的平行四边形定则”的实验中，某同学经历了以下实验步骤：

- 用铅笔和直尺在白纸上从 O 点沿着两细绳方向画直线，按一定标度作出两个力 F_1 和 F_2 的图示，根据平行四边形定则作图求出合力 F ；
- 只用一个测力计，通过细绳把橡皮筋与细绳的连接点拉到同样的位置 O ，记下测力计的读数和细绳方向，按同一标度作出这个力的图示 F' ；
- 用铅笔记下 O 点的位置和两条细绳的方向，读出两个弹簧秤的示数；
- 在水平放置的木板上，垫一张白纸并用图钉固定，把橡皮筋的一端固定在板上 A 点，用两条细绳连接在橡皮筋的另一端，通过细绳同时用两个测力计互成角度地拉橡皮筋，使橡皮筋与细绳的连接点到达某一位置 O ；
- 比较这个实测合力和按平行四边形定则求出的合力 F ，看它们的大小和方向是否相等；
- 改变两测力计拉力的大小和方向，多次重复实验，根据实验得出结论。



- 将以上实验步骤按正确顺序排列，应为_____（填选项前的字母）。
- 用一个弹簧测力计将橡皮筋的活动端仍拉至 O 点，这样做的目的是_____。
- 某次实验中，如图 1 所示沿两个不同方向拉弹簧测力计，当橡皮筋的活动端拉到 O 点时，由图可知此时两个弹簧测力计的示数分别为_____N、_____N。（本实验用的弹簧测力计示数的单位为 N，只需读到 0.1N）
- 图 2 中已经用点 B 、 C 分别记录下来分力 F_1 、 F_2 的方向。请在图 2 中用力的图示的方法画出这两个

分力 F_1 、 F_2 并按平行四边形定则求出的合力 F _____。

(5) 下列说法正确的是_____。

A. 图 3 中的 F 是力 F_1 和 F_2 合力的理论值, F' 是力 F_1 和 F_2 合力的实际测量值

B. 图 3 中的 F' 是力 F_1 和 F_2 合力的理论值, F 是力 F_1 和 F_2 合力的实际测量值

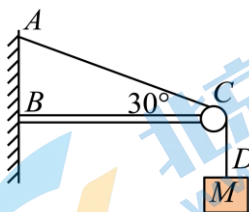
C. 在实验中, 如果将细绳也换成橡皮条, 那么对实验结果没有影响

D. 在实验中, 如果将细绳也换成橡皮条, 那么对实验结果有影响

9. 运用力的平行四边形定则, 处理生活中实际问题。如图所示, 轻绳 AD 跨过固定在水平横梁 BC 右端的定滑轮挂住物体, 横梁 BC 插入墙中, $\angle ACB=30^\circ$ 。其中物体的质量 $M=20\text{kg}$, 重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$ 。

(1) 轻绳 AC 段的张力 T_{AC} 的大小;

(2) 横梁 BC 对 C 端的支持力大小及方向。



10. 当速度的方向与加速度方向不共线时, 质点做曲线运动, 圆周运动是一种常见的曲线运动形式。

(1) 匀速圆周运动是一种特殊的圆周运动。请结合必要图像、根据加速度的定义证明: 做匀速圆周运动的物体, 其加速度大小 $a = \omega^2 r$ (其中 ω 和 r 分别是匀速圆周运动的角速度和轨道半径);

(2) 圆周运动中, 向心加速度 a_0 描述了质点速度方向的变化, 它沿着垂直于速度的方向且指向曲线的内侧, 我们称之为法向加速度。一般情况下, 做曲线运动的质点不仅其速度方向发生变化, 其速度的大小也会发生变化, 速度大小的变化由切向加速度描述, 其表达式为 $a_0 = \frac{dv}{dt}$ 。法向加速度与切向加速度共同构成了曲线运动的加速度。

如图 1 所示, 一质点沿半径 $R = 2\text{m}$ 的圆周运动, 运动学方程为 $s = -4t + \frac{5}{2}t^2 - \frac{1}{3}t^3$, 式中各量的单位均为国际单位制下的基本单位。

①求该质点角加速度 β 大小随时间的变化关系;

②在何时该质点的加速度与速度垂直, 此时的角速度 ω_1 大小是多少?

③在哪段时间内质点减速运动?

(3) 车轮在地而上的运动, 是生活中常见的运动, 如图 2 所示。当半径为 R 的车轮在地面上滚动时, 与地面接触的一点瞬时速度总是为零, 即称为纯滚动。在纯滚动过程中, 已知某时刻车轮边缘各点相对轮心 O 以角速度 ω 做圆周运动, 则:

①求出此时刻轮心 O 对地的运动速度 v_0 ;

②轮边缘一点 P 该时刻运动至图示位置, 其所在直径与竖直方向夹角为 60° , 求出 P 点此时刻速度 v_p 的大小和方向;

③已知车轮边缘各点相对轮心 O 做角加速度为 β 的加速圆周运动，求此时刻 C 点（车轮与地面接触点）加速度的大小和方向。

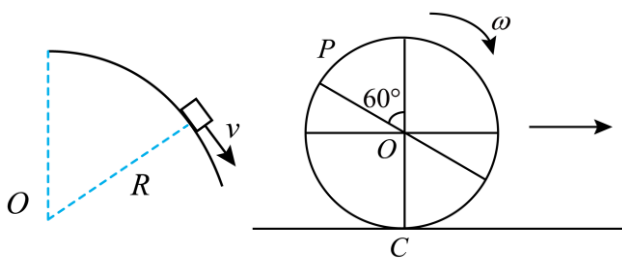


图1

图2

11. 圆形花园中心有一套园林喷水设备，如图 1 所示。已知该喷头距地面高度为 $h = 1.0\text{m}$ ，喷头在水平面内能够 360° 旋转以相同速率喷出大量水射流，水射流可以与水平面成 $0^\circ \sim 90^\circ$ 的所有角度喷出，其竖直射流可达距地面 2.0m 处（忽略空气阻力， $g = 10\text{m/s}^2$ ，计算结果可用根式表示）。

(1) 求水射流喷出时的速率；

(2) 若水射流水平喷出，求：

①水由喷出至落地所用时间；

②水由喷出至落地过程中位移的大小；

(3) 若水射流以与水平面成 $0^\circ \sim 90^\circ$ 的所有角度喷出，求：

①水射流射程最大时水在空中运动的时间；

②水射流在园林中落点所覆盖区域的面积（结果可用 π 表示）；

③一般的曲线运动可以分成很多小段，每小段都可以看成圆周运动的一部分，即把整条曲线用一系列不同半径的小圆弧来代替。如图 2 所示，曲线上 A 点的曲率圆定义为：通过 A 点和曲线上紧邻 A 点两侧的两点作一圆，在极限情况下，这个圆就叫做 A 点的曲率圆，其半径 ρ 叫做 A 点的曲率半径。

求当水射流射程最大时，其轨迹在水流喷出点处的曲率半径。



图1

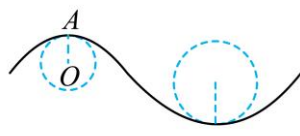


图2

12. 有一块均匀木棒 AC 长为 l_1 ，重为 G_1 ， A 端用铰链固定在地面上。下面尝试用不同的方法将木棒支起。

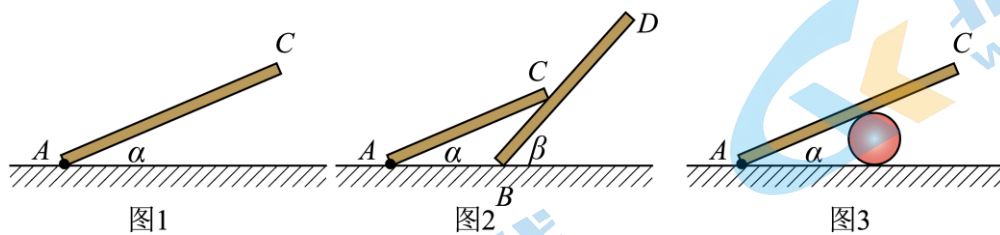
(1) 若用一作用力 F_1 作用于 C 端将木棒抬起达平衡位置，此时木棒与地面夹角为 α ，如图 1 所示。求 F_1 最小值的大小与方向；

(2) 若用长为 l_2 、重为 G_2 的撬棒把木棒支起达平衡位置，如图 2 所示，假定木棒与撬棒的接触是光滑的，地面粗糙，图中 $\alpha = 30^\circ$ ， $\beta = 60^\circ$ ， $l_1 : l_2 = 2 : 3$ 。求：

①木棒 AC 在 C 点所受支持力的大小；

②作用于撬棒端点 D 的外力 F_2 至少为多大？

(3) 若用半径为 R 、重为 G_3 的圆柱把木棒支起达平衡位置，木棒与地面夹角为 α ，如图 3 所示。假定木棒与圆柱接触面摩擦因数足够大，地面与圆柱摩擦因数为 μ 。图中 $\alpha = 37^\circ$ ， $l_1 : R = 6 : 1$ ， $G_1 : G_3 = 1 : 2$ ，已知 $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ ，试分析此时摩擦因数 μ 的取值范围。



参考答案

一、不定项选择题（选出符合题意的一个或多个选项，每小题3分，漏选得2分，共18分）

1. 【答案】C

【详解】A. 牛顿第一定律不可以通过实验操作直接验证，故A错误；

B. 质量是惯性的量度，物体不受力时具有惯性，受力时也具有惯性，故B错误；

C. 根据牛顿第二定律

$$a = \frac{F_{\text{合}}}{m}$$

可知质量一定时，物体加速度的大小与其所受合外力的大小成正比，故C正确；

D. 相互作用力作用在不同对象上，不是一对平衡力，故D错误。

故选C。

2. 【答案】AD

【详解】A. 物体做速率逐渐增加的直线运动时，加速度方向与速度方向相同，故A正确；

B. 平抛运动物体运动速度大小不断改变，方向不断改变，但平抛运动的合外力恒为重力，大小方向都不变，故B错误；

C. 物体做匀速率圆周运动时，其加速度的方向一定指向圆心；物体做变速率圆周运动时，其加速度的方向一定不指向圆心，故C错误；

D. 物体做匀速率曲线运动时，则合外力不改变速度大小，只改变速度方向，则物体所受合外力必须与速度方向始终垂直，其加速度的方向总是与速度方向垂直，故D正确。

故选AD。

3. 【答案】BCD

【详解】A. 由图像可知，0~5s内，物体一直向正方向运动，5s后开始向负方向运动，则0~6s内，

5s时物体离出发点最远，根据图像面积表示位移可得

$$x_{05} = \frac{1}{2} \times (2+5) \times 10\text{m} = 35\text{m}$$

故A错误；

B. 5~6s内，物体向负方向运动的位移大小为

$$|x_{56}| = \frac{1}{2} \times 1 \times 10\text{m} = 5\text{m}$$

则0~6s内，物体经过的路程为

$$s = x_{05} + |x_{56}| = 40\text{m}$$

故B正确；

C. 0~4s内，物体一直向正方向运动，路程为

$$s = \frac{1}{2} \times (2+4) \times 10\text{m} = 30\text{m}$$

在 0 ~ 4s 内，物体的平均速率为

$$\bar{v} = \frac{s}{t} = \frac{30}{4} \text{ m/s} = 7.5 \text{ m/s}$$

故 C 正确；

D. 在 5 ~ 6s 内，物体向负方向做匀加速直线运动，物体的加速度为负方向，故 D 正确。

故选 BCD。

4. 【答案】BCD

【详解】A. 不能利用 $v = \sqrt{2gh}$ 计算重物速度，这样就直接利用自由落体结论计算了，故 A 错误；

B. 利用公式

$$\Delta x = gT^2$$

可得

$$g = \frac{\Delta x}{T^2} = \frac{(h_C - h_B) - (h_B - h_A)}{T^2} = \frac{(h_C + h_A - 2h_B)}{T^2}$$

故 B 正确；

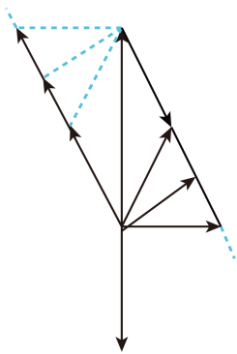
C. 因存在空气阻力和摩擦力阻力的影响，使得当地重力加速度的测量结果偏小，故 C 正确；

D. 采用多次测量取平均值的方法可以减小实验的偶然误差，故 D 正确。

故选 BCD。

5. 【答案】AC

【详解】O 点受力如图所示



OA 和 OB 两拉力的合力竖直向上等于 Mg ，当 A 点由顶点 C 沿圆弧向 D 移动，B 点不动，则绳 OB 拉力逐渐增大，绳 OA 拉力先减小后增大。

故选 AC。

6. 【答案】ABD

【详解】A. 由于 O、a、b 相邻两点水平方向间隔相等，说明 $t_{aO} = t_{ba}$ ，平抛运动是匀变速曲线运动，因为重力加速度 g 恒定不变，所以每经过相等的时间，速度的变化大小相等、方向相同，速度的变化量为

$$\Delta v = g\Delta t$$

即

$$\Delta v_{aO} = \Delta v_{ba}$$

故 A 正确;

B. 根据匀变速直线运动规律可知

$$g = \frac{\Delta y}{t^2}$$

又因水平方向为匀速直线运动, 则抛出速度为

$$v = \frac{x}{t} = 1\text{m/s}$$

故 B 正确;

C. 利用平抛运动竖直方向的分运动是自由落体运动, 即可求出小球经过 a 点时竖直方向分速度为

$$v_{ay} = \frac{y_{Ob}}{2t} = 1.5\text{m/s}$$

根据矢量的合成可得到

$$v_a = \sqrt{v_{ay}^2 + v^2} = \frac{\sqrt{13}}{2}\text{m/s}$$

故 C 错误;

D. 小球从抛出点运动到 a 点的时间为

$$v_{ay} = gt'$$

解得

$$t' = 0.15\text{s}$$

若以 O 点为坐标原点, 向下为 y 轴正方向, 小球水平速度方向为 x 轴正方向, 可求出抛出点到 a 点的水平位移大小为

$$x' = vt' = 0.15\text{m} = 15\text{cm}$$

竖直位移大小为

$$y' = \frac{1}{2}gt'^2 = 0.1125\text{m} = 11.25\text{cm}$$

则抛出点在 $(-5\text{cm}, -1.25\text{cm})$ 处, 故 D 正确。

故选 ABD。

二、解答题 (解答应写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤, 只写出最后答案的不能得分, 有数值计算的题, 答案中必须明确写出数值和单位。)

7. 【答案】(1) 10s; (2) 75m; (3) ①10s; 50m; ②20s

【详解】(1) 根据匀变速直线运动速度—时间公式有

$$t = \frac{v_0}{a_1} = 10\text{s}$$

(2) 根据匀变速直线运动位移—时间公式有

$$x = \frac{v_0}{2}t = 75\text{m}$$

(3) B 车的位置 x_B 随时间变化规律 $x_B = \frac{1}{2}t^2 + 10t$ ，根据匀变速直线运动位移—时间公式可知 B 车的初速度和加速度分别为

$$v_{B0} = 10\text{m/s}, \quad a_B = 1\text{m/s}^2$$

①当两车速度相等时，相距最远，有

$$v_{B0} + a_B t = a_2 t$$

相距的距离为

$$\Delta x = \frac{1}{2}t^2 + 10t - \frac{1}{2}a_2 t^2$$

代入数据解得

$$t = 10\text{s}, \quad \Delta x = 50\text{m}$$

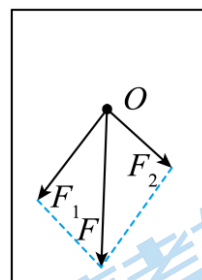
②设经过 t' 时间追上，则有

$$\frac{1}{2}t'^2 + 10t' = \frac{1}{2}a_2 t'^2$$

解得

$$t' = 20\text{s}$$

8. 【答案】 ①. DCABEF ②. 与 F_1 、 F_2 共同作用的效果相同 ③. 3.0 ④. 2.4 ⑤.



⑥.

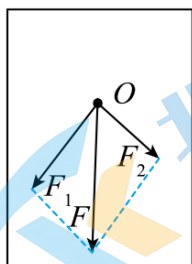
BC##CB

【详解】(1) [1]进行实验时在明确实验原理以及实验目的基础上，要先进行实验设备的安装，即先在桌面上放一块方木板，在木板上垫一张白纸，把橡皮条一端固定在木板的 A 点，然后进行实验和有关数据的测量，最后进行数据处理和仪器的整理，由此可知正确的顺序为：DCABEF。

(2) [2]用一个弹簧测力计将橡皮筋的活动端仍拉至 O 点，这样做的目的是与 F_1 、 F_2 共同作用的效果相同。

(3) [3][4]两个弹簧测力计的示数分别为 3.0N 和 2.4N

(4) [5]如图所示

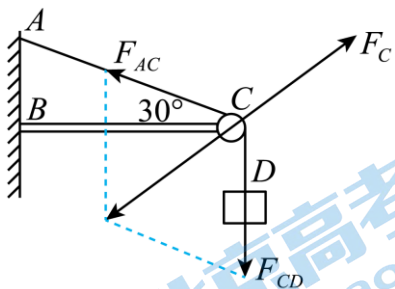


(5) [6]AB. 实验中 F 是由平行四边形定则得出的, 而 F' 是一根弹簧拉橡皮条得到的, 是通过实验方法得出的合力, F 是力 F_1 、 F_2 合力的实际测量值, 故 A 错误, B 正确;

CD. 如果将细绳子换成橡皮条, 只是橡皮会伸长, 力的大小和方向不会受到影响, 故 C 正确, D 错误。故选 BC。

9. 【答案】(1) 200N; (2) 200N, 方向和水平方向成 30° 斜向右上方

【详解】(1) 物体处于平衡状态, 根据平衡条件可判断, 与物体相连的细绳拉力大小等于物体的重力, 取 C 点为研究对象, 进行受力分析如图所示



图中轻绳 AD 跨过定滑轮拉住质量为 M 的物体, 物体处于平衡状态, 绳 AC 段的拉力为

$$T_{AC} = T_{CD} = Mg = 200\text{N}$$

(2) 由受力分析图, 根据几何关系可得

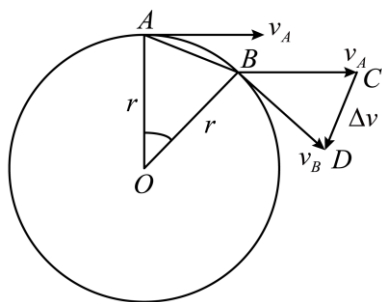
$$F_C = T_{AC} = Mg = 200\text{N}$$

方向和水平方向成 30° 斜向右上方。

10. 【答案】(1) 见解析; (2) ① $\beta = \frac{5}{2} - t$; ② $\omega_1 = \frac{9}{8} \text{ rad/s}$; ③ $t > \frac{5}{2} \text{ s}$; (3) ① ωR , 方向为水平向右;

② $\sqrt{3}\omega R$, 方向为与水平方向成 30° 向右上方; ③ βR , 方向为水平向左。

【详解】(1) 如图



由于 A 点的速度 v_A 方向垂直于半径 r , B 点的速度 v_B 方向垂直于另一条半径 r , 所以

$$\angle AOB = \angle CBD$$

故等腰 $\triangle AOB$ 和 $\triangle CBD$ 相似, 根据对应边成比例可得

$$\frac{r}{v_A} = \frac{AB}{\Delta v}$$

由于时间 t 很短, 故弦长 AB 近似等于弧长 $\overset{\frown}{AB}$, 而弧长

$$AB = v_A \times \Delta t$$

所以

$$\frac{r}{v_A} = \frac{v_A \times \Delta t}{\Delta v}$$

根据

$$a_n = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

得

$$a_n = \frac{v_A^2}{r}$$

由 $v = \omega r$ ，代入可得

$$a_n = \omega^2 r$$

(2) ①根据运动学方程 $s = -4t + \frac{5}{2}t^2 - \frac{1}{3}t^3$ 可得速度与时间的关系式为

$$v = -4 + 5t - t^2$$

则可得角速度与时间的关系式为

$$\omega = \frac{v}{R} = -2 + \frac{5}{2}t - \frac{1}{2}t^2$$

则该质点角加速度 β 大小随时间的变化关系为

$$\beta = \frac{5}{2} - t$$

②由上述关系式可得切向加速度与时间的关系式

$$a = 5 - 2t$$

当该质点的加速度与速度垂直时，此时切向加速度为 0，可得

$$t = \frac{5}{2}$$

则带入可得此时角速度 ω_1 的大小为

$$\omega_1 = \frac{9}{8} \text{ rad/s}$$

③当质点在做减速运动，可知

$$a < 0$$

即

$$5 - 2t < 0$$

解得

$$t > \frac{5}{2}$$

(3) ①已知某时刻车轮边缘各点相对轮心 O 以角速度 ω 做圆周运动，可知此时与地面接触的一点的速度

为

$$v = \omega R$$

方向水平向左，当与地面接触的一点瞬时速度为 0，则可得轮心 O 对地的运动速度 v_0 为

$$v_0 = \omega R$$

方向水平向右；

②连接 PC ，根据几何关系可知 PC 与竖直方向的夹角为 30° ，则可得 P 点此时刻速度 v_p 的大小为

$$v_p = \omega \times 2R \times \cos 30^\circ = \sqrt{3}\omega R$$

方向为与水平方向成 30° 向右上方；

③已知车轮边缘各点相对轮心 O 做角加速度为 β 的加速圆周运动，则可得此时刻 C 点角速度大小为

$$\omega_C = \beta t$$

可得速度大小为

$$v_C = \beta R t$$

则切向加速度大小为

$$a_C = \beta R$$

方向为水平向左。

11. 【答案】(1) $2\sqrt{5}\text{m/s}$ ；(2) ① $\frac{\sqrt{5}}{5}\text{s}$ ；② $\sqrt{5}\text{m}$ ；(3) ① $\frac{\sqrt{15}}{5}\text{s}$ ；② $8\pi\text{m}^2$ ；③ $\sqrt{6}\text{m}$

【详解】(1) 竖直射流可达距地面 $H=2.0\text{m}$ 处，根据竖直上抛规律有

$$v_0^2 = 2g(H-h)$$

解得

$$v_0 = 2\sqrt{5}\text{m/s}$$

(2) ①若水射流水平喷出，做平抛运动，有

$$h = \frac{1}{2}gt^2$$

解得

$$t = \frac{\sqrt{5}}{5}\text{s}$$

②水射流水平喷出，做平抛运动，水平位移为

$$x = v_0 t = 2\text{m}$$

则落地过程中位移的大小

$$s = \sqrt{h^2 + x^2} = \sqrt{5}\text{m}$$

(3) ①设水射流以与水平面成 θ 角度喷出，则水在空中运动时间满足

$$-h = v_0 t' \sin \theta - \frac{1}{2} g t'^2$$

射程

$$x' = v_0 t' \cos \theta$$

整理得

$$x'^2 = -25t'^4 + 30t'^2 - 1$$

故水射流射程最大时

$$t' = \frac{\sqrt{15}}{5} \text{ s}$$

②根据

$$x'^2 = -25t'^4 + 30t'^2 - 1$$

当 $t' = \frac{\sqrt{15}}{5} \text{ s}$ 时, 射程最大, 为

$$x' = 2\sqrt{2} \text{ m}$$

水射流在园林中落点所覆盖区域的面积

$$S = \pi x'^2 = 8\pi \text{ m}^2$$

③根据以上分析可得, 当水射流射程最大时

$$\cos \theta = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$$

依题意, 可得在其抛出点处, 满足

$$mg \cos \theta = \frac{mv_0^2}{\rho}$$

得小球在其抛出点处的曲率半径是

$$\rho = \sqrt{6} \text{ m}$$

12. 【答案】(1) F_1 最小值为 $\frac{G_1 \cos \alpha}{2}$, 方向为垂直木棒向上; (2) ① $\frac{G_1}{2}$; ② $\frac{\sqrt{3}}{9} G_1 + \frac{G_2}{4}$; (3) $\mu \geq \frac{2}{11}$

【详解】(1) 根据杠杆平衡原理可知, 当作用在 C 点, 垂直于木棒向上时, 力臂最大, 作用力 F_1 最小, 可得

$$F_{1\min} \times l_1 = G_1 \times \frac{l}{2} \times \cos \alpha$$

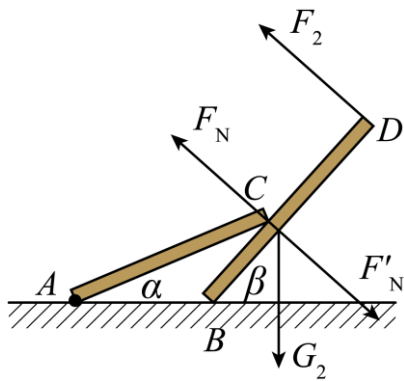
解得

$$F_{1\min} = \frac{G_1 \cos \alpha}{2}$$

方向为垂直木棒向上;

(2) ①可知撬棒给木棒的作用点在 C 点, 作用力方向为垂直于撬棒向上, 设木棒受到的支持力为 F_N , 木

棒对撬棒的压力为 F'_N ，如图



根据几何关系可得木棒和撬棒之间的夹角为 30° ，即 $\angle ACB = 30^\circ$ ，可得

$$AB=BC$$

且 F_N 与 AC 的夹角为 60° ，根据杠杆平衡原理可得

$$F_N \times l_1 \times \sin 60^\circ = G_1 \times \frac{l_1}{2} \times \cos \alpha$$

解得

$$F_N = \frac{G_1}{2}$$

②作用于撬棒端点 D 的外力 F_2 当垂直于撬棒向上时力臂最大，此时 F_2 最小，根据几何关系可得 F'_N 的力臂

为 $\frac{\sqrt{3}}{3}l_1$ ，根据牛顿第三定律可得

$$F'_N = F_N = \frac{G_1}{2}$$

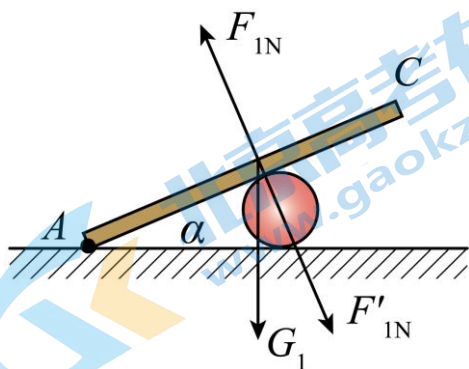
可得

$$F'_N \times \frac{\sqrt{3}}{3}l_1 + G_2 \times \frac{l_2}{2} \times \cos \beta = F_{2\min} \times l_2$$

解得

$$F_{2\min} = \frac{\sqrt{3}}{9}G_1 + \frac{G_2}{4}$$

(3) 设圆柱对木棒的支持力为 F_{1N} ，木棒对圆柱的压力为 F'_{1N} ，如图



根据几何关系可得 F_{1N} 的力臂 L 为

$$L = \frac{R + \frac{R}{\cos 37^\circ}}{\tan 37^\circ} = 3R$$

则可得

$$F_{1N} \times L = G_1 \times \frac{l_1}{2} \times \cos 37^\circ$$

解得

$$F_{1N} = \frac{4}{5}G_1$$

则根据牛顿第三定律可得

$$F'_{1N} = F_{1N} = \frac{4}{5}G_1$$

对圆柱进行受力分析，在水平方向上可得

$$f = F'_{1N} \times \sin \alpha = \frac{12G_1}{25}$$

设地面对圆柱的支持力为 F_{2N} ，在竖直方向上有

$$F_{2N} = G_3 + F'_{1N} \cos \alpha = \frac{66}{25}G_1$$

可知圆柱刚好滑动时，即此时静摩擦力恰好等于滑动摩擦力，此时 μ 最小，故可得

$$f \leq \mu F_{2N}$$

解得

$$\mu \geq \frac{2}{11}$$

北京高一高二高三期中试题下载

京考一点通团队整理了【**2023年10-11月北京各区各年级期中试题 & 答案汇总**】专题，及时更新最新试题及答案。

通过【**京考一点通**】公众号，对话框回复【**期中**】或者点击公众号底部栏目<**试题专区**>，进入各年级汇总专题，查看并下载电子版试题及答案！

